

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-305650

(P 2 0 0 2 - 3 0 5 6 5 0 A)

(43) 公開日 平成14年10月18日 (2002. 10. 18)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04N 1/387		H04N 1/387	5B057
G06T 1/00	500	G06T 1/00	B 5C053
H04N 5/91		H04N 5/91	P 5C059
7/08		7/13	Z 5C063
7/081		7/08	Z 5C076

審査請求 未請求 請求項の数42 O L 外国語出願 (全71頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-375051 (P 2001-375051)

(22) 出願日 平成13年12月7日 (2001. 12. 7)

(31) 優先権主張番号 0 0 2 9 8 6 7. 9 ✓

(32) 優先日 平成12年12月7日 (2000. 12. 7)

(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(31) 優先権主張番号 0 0 2 9 8 5 9. 6

(32) 優先日 平成12年12月7日 (2000. 12. 7)

(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(71) 出願人 593081408

ソニー・ユナイテッド・キングダム・リミ
テッド

Sony United Kingdom
Limited

イギリス国 サリー, ウェブリッジ, ブ
ルックランズ, ザ ハイッ (番地なし)

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

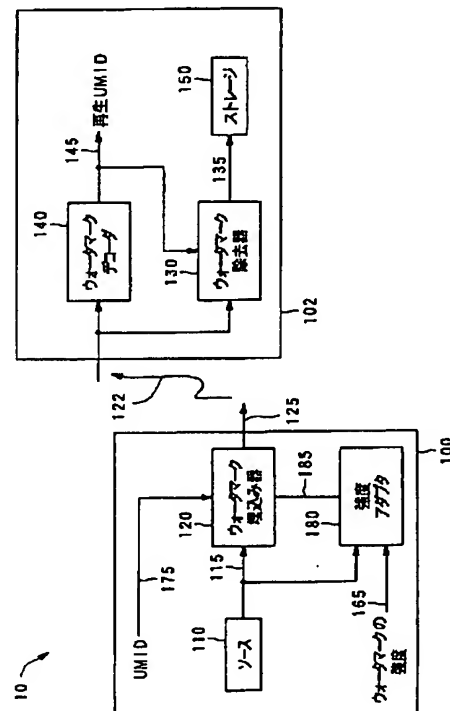
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データを検出し、回復する装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 データを埋め込むための変換領域のスペースを増加し、このデータを検出、回復する装置を提供する。

【解決手段】 データは少なくとも1つの変換領域画像を用いて、所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、変調されたデータとマテリアルとを結合させることにより、マテリアルに埋め込まれている。このデータ検出及び回復装置は、マテリアルを情報マテリアルの変換領域画像に変換する変換プロセッサと、変調領域表示から変調されたデータを取り出す変換領域シンボルと所定のデータシーケンスの再生されたバージョンとの相関を求めて相関出力信号を形成し、相関出力信号から埋め込まれたデータを回復する相関プロセッサとを備える。相関プロセッサは、変換領域の複数の開始位置について、変換領域データシンボルと所定のデータシーケンスのデータシンボルとの相関を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報マテリアルに埋め込まれたデータを検出して、回復するためのデータ検出及び回復装置であって、上記データは、上記データと上記情報マテリアルのうちの少なくとも1つの変換領域画像を用いて、所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、上記変調されたデータと上記マテリアルとを結合させることにより、上記マテリアルに埋め込まれており、上記マテリアルを上記情報マテリアルの変換領域画像に変換する変換プロセッサと、

上記変調領域表示から上記変調されたデータを取り出す変換領域シンボルと上記所定のデータシーケンスの再生されたバージョンとの相関を求めて相関出力信号を形成し、上記相関出力信号から上記埋め込まれたデータを回復する相関プロセッサとを備え、

上記相関プロセッサは、上記変換領域の複数の開始位置について、変換領域データシンボルと上記所定のデータシーケンスのデータシンボルとの上記相関を求め、上記開始位置は、上記変換領域データの相対的に可能なシフトの少なくとも1つを表しており、上記変換領域データの上記シフトが変換領域データシンボルの損失又は改悪を表している場合、上記相関の上記所定のデータシーケンスから対応するシンボルを除外し、上記失われた又は改悪された変換領域データシンボル及び上記所定のデータシーケンスの上記対応するシンボルは上記相関出力信号の算出に含まれないデータ検出及び回復装置。

【請求項2】 上記複数の開始位置は、上記変調されたデータが上記シンボルと結合した元の位置からの上記変換領域シンボルの複数の可能なシフトを表していることを特徴とする請求項1記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項3】 上記可能なシフトは、変換領域シンボルの整数のシフトと一致することを特徴とする請求項2記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項4】 上記開始位置のいずれが最大の大きさの相関出力信号を出力するかに応じて、上記情報マテリアルがシフトした量を検出する制御プロセッサを備え、上記開始位置は、その後、上記相関出力信号に応じて上記埋め込まれたデータを検出し回復することに用いられることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項5】 上記情報マテリアルを表すデータシンボル情報をマテリアルのデータシンボルの第1の数だけシフトすることにより、上記変換領域で上記情報マテリアルの上記表示の変換領域シンボルの第2の数だけシフトされ、上記変換領域データシンボルと上記所定のデータシーケンスとの上記相関の上記複数の開始位置が、上記情報マテリアルのデータシンボルの対応する複数の整数のシフトを表すという内容で、上記第1及び第2の数に応じて決定された量だけ上記情報マテリアルをシフトする制御プロセッサを備えることを特徴とする請求項1乃至

至4のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項6】 上記変換領域データシンボルと複数の開始位置の各々との上記相関は、シフトの有無にかかわらず実行されることを特徴とする請求項5記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項7】 上記第1及び第2の数は、それぞれ2と1であり、上記情報マテリアルは1データシンボルだけシフトされ、上記変換領域の上記各開始位置は、上記情報マテリアルのデータシンボルの奇数のシフトと一致することを特徴とする請求項5又は6記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項8】 上記制御プロセッサは、いずれの上記開始位置及びいずれの上記情報マテリアルの上記シフト及びシフトしないバージョンが最高の値の相関出力信号を出力するかに応じて、上記情報マテリアルがシフトした量を検出することを特徴とする請求項6又は7記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項9】 上記所定のデータシーケンスが擬似ランダムビットシーケンスであり、上記データシンボルがビットであることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項10】 上記変換領域は複数のサブバンドを有し、上記変調されたデータは少なくとも1つの上記サブバンドに追加され、上記相関プロセッサは、上記サブバンドからの変換領域データシンボルと、上記除外されたデータシンボル以外の上記所定のデータシーケンスとの相関を求めることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項11】 上記失われた変換領域データシンボルは、上記サブバンドの端の所定の数のシンボルであることを特徴とする請求項10記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項12】 上記変換は離散ウェーブレット変換であり、上記変換データシンボルはウェーブレット係数であり、上記変調されたデータの各シンボルはウェーブレット係数に追加されることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項13】 上記データが埋め込まれている上記情報マテリアルは、ビデオ画像、オーディオ信号、ビデオ及び／又はオーディオ信号のいずれかであることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項14】 データを情報マテリアルに埋め込むためのデータ埋込み装置であって、上記データは、請求項1乃至13のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置により検出及び回復されるものであって、上記データとともに所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、上記マテリアルの変換領域画像が逆変換領域画像のいずれかで上記変調されたデータと上記マテリアルとを結合する結合プロセッサを備え、

上記結合プロセッサは、上記データを複数の変換領域のサブバンドの少なくとも1つに導入することにより、上記変換されたデータを変換領域画像に形成し、上記変換されたデータは、上記サブバンドの両端内の変換データシンボルを含む上記サブバンド内のデータシンボルに追加されるデータ埋込み装置。

【請求項15】 上記少なくとも1つのサブバンドは、上記変換領域において、一方の軸における空間周波数が低く、他方の軸における空間周波数が高いサブバンドであることを特徴とする請求項14記載のデータ埋込み装置。

【請求項16】 上記所定のデータシーケンスは、擬似ランダムビットシーケンス(PRBS)であり、上記PRBSの各ビットがバイポーラフォームで表されており、埋め込まれる上記データは、各ビットの符号を逆にする事により上記PRBSのビットを変調し、上記変調された擬似ランダムビットシーケンスは、上記サブバンドの各変換領域データシンボルに追加されることを特徴とする請求項14又は15記載のデータ埋込み装置。

【請求項17】 上記変換は離散ウェーブレット変換であり、上記変調されたデータは上記サブバンドの両端の間の上記各ウェーブレット係数の上記サブバンドに追加されることを特徴とする請求項14乃至16のいずれか1項記載のデータ埋込み装置。

【請求項18】 情報マテリアルに埋め込まれたデータを検出して、回復するデータ検出及び回復方法であって、上記データは、上記データと上記情報マテリアルのうちの少なくとも1つの変換領域画像を用いて、所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、上記変調されたデータと上記マテリアルとを結合させることにより、上記マテリアルに埋め込まれており、上記情報マテリアルの変換領域画像を作成するステップと、

上記変調領域表示から上記変調されたデータを取り出す変換領域シンボルと上記所定のデータシーケンスの再生されたバージョンとの相関を求めて相関出力信号を形成するステップと、

上記相関出力信号から上記埋め込まれたデータを回復するステップとを有し、

上記変換領域データシンボルと上記所定のデータシーケンスとの上記相関は、

変換領域データシンボルと上記所定のデータシーケンスのデータシンボルとの相関を求めるステップと、

上記変換領域において少なくとも1つの他の開始位置についての上記相関を繰り返すステップと、ここで、上記開始位置は上記変換領域データの相対的に可能なシフトの少なくとも1つを表しており、上記変換領域データの上記シフトが変換領域データシンボルの損失又は改悪を表している場合、

上記所定のデータシーケンスから対応するシンボルを除

外するステップとを有し、上記失われた又は改悪された変換領域データシンボル及び上記所定のデータシーケンスの上記対応するシンボルは上記相関出力信号の算出に含まれないデータ検出及び回復方法。

【請求項19】 請求項14乃至17のいずれか1項記載のデータ埋込み装置によりデータが埋め込まれる情報マテリアルを表す信号。

【請求項20】 データプロセッサにロードされたとき、上記データプロセッサを請求項1乃至17のいずれか1項記載のデータ埋込み装置として動作するように構成されているコンピュータで実行可能な指示を提供するコンピュータプログラム。

【請求項21】 データプロセッサにロードされたとき、上記データプロセッサに請求項18記載のデータ検出及び回復方法を実行させるコンピュータで実行可能な指示を有するコンピュータプログラム。

【請求項22】 請求項20又は21記載のコンピュータプログラムを表す情報信号が書き込まれているコンピュータで読み取り可能な媒体を有するコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項23】 情報マテリアルに埋め込まれたデータを検出して、回復するためのデータ検出及び回復装置であって、上記データは、埋め込まれる上記データとともに所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、上記変調されたデータと上記情報マテリアルとを結合させることにより、上記情報マテリアルに埋め込まれており、

データシーケンスプロセッサとともに動作し、相関シーケンスを形成する相関プロセッサと、

上記相関プロセッサの制御下で動作し、上記変調されたデータが結合された情報マテリアルデータシンボルと上記相関シーケンスとの相関を求め、上記情報マテリアルデータシンボルと上記相関データシーケンスとの相関を表す相関出力信号を形成し、上記相関出力信号から上記埋め込まれたデータを回復するデータプロセッサとを備え、

上記相関シーケンスは複数の所定のデータシーケンスバージョンを備え、各バージョンは上記情報マテリアルから上記埋め込まれたデータを回復するための所定の複数のデータシーケンスバージョンの可能なフォームを表すデータ検出及び回復装置。

【請求項24】 上記各所定のデータシーケンスバージョンは、相互にシフトされた上記変調されたデータを形成するために用いられる所定のデータシーケンスであることを特徴とする請求項23記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項25】 上記複数の所定のデータシーケンスバージョンの数は、上記変調されたデータが追加された上記情報マテリアルデータシンボルの可能な相対的なシフトの数と等しく、上記複数の所定のデータシーケンスは

それぞれ相互にシフトし、各シフトは、上記情報マテリアルデータシンボルがシフトされたと思われるシンボルの数を表すことを特徴とする請求項24記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項26】 上記各所定のデータシーケンスバージョンは、上記変調されたデータを形成するために用いられたと思われる可能な所定のデータシーケンス群の中のそれぞれ異なる所定のデータシーケンスであることを特徴とする請求項23記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項27】 上記所定のデータシーケンスは、擬似ランダムシンボル(Pseudo Random Symbol)又はビットシーケンスであることを特徴とする請求項1乃至26のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項28】 上記関連プロセッサは、上記データプロセッサとともに動作し、上記各所定のデータシーケンスバージョンを、2つ以上のグループに分割し、各グループからの上記所定のデータシーケンスバージョンを結合して、対応する複数の関連データシーケンスを形成し、

上記データプロセッサは、上記変調されたデータが結合された上記情報マテリアルデータシンボルと上記各関連シーケンスとの相関を求めて、各々相関出力信号を形成し、

上記関連プロセッサは、上記所定のデータシーケンスバージョンのグループのいずれが、上記対応する相関出力信号から上記埋め込まれたデータシンボルを回復するための上記所定のデータシーケンスバージョンを含むかを特定することを特徴とする請求項23乃至27のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項29】 上記関連プロセッサは、上記相関出力信号と閾値を比較し、上記グループのいずれが、上記比較した値から上記埋め込まれたデータを回復するための上記所定のデータシーケンスバージョンを含むかを特定することを特徴とする請求項28記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項30】 上記関連プロセッサは、上記特定されたグループを更なるグループに分割し、上記各グループ々は、結合して更なる相関シーケンスを形成し、上記更なるグループのいずれが、上記埋め込まれたデータを回復するための上記所定のデータシーケンスを含むかを特定し、上記分割と上記特定は、上記埋め込まれたデータを回復するための上記所定のデータシーケンスバージョンが特定されるまで繰り返されることを特徴とする請求項28又は29記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項31】 上記関連シーケンスは、上記所定のデータシーケンスのバージョンを選択し、上記所定のデータシーケンスバージョンを結合する前に上記選択された所定のデータシーケンスバージョンの極性を反転にすることにより形成されることを特徴とする請求項23乃至30のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項32】 上記データは、上記データの変換領域画像を形成し、上記変換領域又は上記逆変換領域のいずれかで上記データと上記情報マテリアルを結合することにより、上記情報マテリアルと結合され、

上記データが埋め込まれた上記情報マテリアルの変換領域画像を生成する変換プロセッサを備え、

上記関連プロセッサは、上記埋め込まれたデータが結合された変換領域データシンボルと上記関連シーケンスとの相関を求めることにより上記埋め込まれたデータシンボルを回復することを特徴とする請求項23乃至31のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項33】 上記変換は、離散ウェーブレット変換であり、上記変換領域のデータシンボルは、ウェーブレット係数を有する複数のサブバンドのそれぞれに分割され、上記データは少なくとも1つのサブバンドに追加されることを特徴とする請求項32記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項34】 上記PRBSの各ビットがバイポーラフォームで表されており、埋め込まれる上記データは、各ビットの符号を逆にすることにより上記PRBSのシンボルを変調し、上記変調された擬似ランダムビットシーケンスは、上記サブバンドの各ウェーブレット係数と結合されることを特徴とする請求項14又は15記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項35】 上記情報マテリアルを受信し、上記受信された情報マテリアルのシフトされたコピーを生成するプリプロセッサを備え、

上記変換プロセッサは、上記受信された情報マテリアルの変換領域バージョンと上記情報マテリアルの上記シフトされたコピーを生成し、

上記関連プロセッサは、上記情報マテリアルの上記変換領域データと上記情報マテリアルの上記シフトされたコピーとの相関を求めることにより、上記埋め込まれたデータを回復することを特徴とする請求項32乃至42のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項36】 上記情報マテリアルは、オーディオマテリアル、ビデオマテリアル、ビデオ及び/又はオーディオ情報マテリアルのいずれかであることを特徴とする請求項23乃至35のいずれか1項記載のデータ検出及び回復装置。

【請求項37】 情報マテリアルに埋め込まれたデータを検出して、回復するデータ検出及び回復方法であって、上記データは、埋め込まれる上記データとともに所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、上記変調されたデータと上記情報マテリアルとを結合させることにより、上記情報マテリアルに埋め込まれており、

上記変調されたデータが追加された情報マテリアルデータシンボルと相関データシーケンスとの相関を求め、上記情報マテリアルデータシンボルと上記相関データシー

ケンスとの相関を表す相関出力信号を形成するステップと、

上記相関出力信号から上記埋め込まれたデータを回復するステップとを有し、

上記相関データシーケンスは複数の所定のデータシーケンスバージョンを備え、各バージョンは上記変調されたデータから上記埋め込まれたデータシンボルを回復するための上記所定のデータシーケンスの可能なフォームを表すデータ検出及び回復方法。

【請求項 3 8】 上記相関データシーケンスは、相互にシフトされた上記各可能なデータシーケンスの複数のバージョンを更に備えることを特徴とする請求項 3 7 記載のデータ検出及び回復方法。

【請求項 3 9】 上記各所定のデータシーケンスバージョンは、上記変調されたデータを形成するために用いられたと思われる可能な所定のデータシーケンス群の中のそれぞれ異なる所定のデータシーケンスであることを特徴とする請求項 3 7 記載のデータ検出及び回復方法。

【請求項 4 0】 データプロセッサにロードされたとき、上記データプロセッサを請求項 2 3 乃至 3 6 のいずれか 1 項記載のデータ検出及び回復装置として動作するように構成されているコンピュータで実行可能な指示を提供するコンピュータプログラム。

【請求項 4 1】 データプロセッサにロードされたとき、上記データプロセッサに請求項 2 7、3 8 又は 3 9 のいずれか 1 項記載のデータ検出及び回復方法を実行させるコンピュータで実行可能な指示を有するコンピュータプログラム。

【請求項 4 2】 請求項 4 0 又は 4 1 記載のコンピュータプログラムを表す情報信号が書き込まれているコンピュータで読み取り可能な媒体を有するコンピュータプログラムプロダクト。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報マテリアルに埋め込まれているデータを検出及び回復する方法及び装置に関する。

【0 0 0 2】ここで用いている情報マテリアルとは、1 つ以上のビデオマテリアル、オーディオマテリアル、データマテリアルを含む。本明細では、ビデオマテリアルは、静止画像及び動画像である。

【0 0 0 3】

【発明の背景】ステガノグラフィ (Steganography) は、データをビデオマテリアル、オーディオマテリアル、データマテリアル等のマテリアルに、データがマテリアルの中で知覚できない方法で埋め込む技術分野のものである。

【0 0 0 4】ウォータマークは、ビデオマテリアル、オーディオマテリアル、データマテリアル等のマテリアル内に埋め込まれたデータである。ウォータマークはマテ

リアル内において知覚可能でも知覚不可能であってもよい。

【0 0 0 5】ウォータマークは、様々な目的で使用することができる。マテリアル所有者の知的財産権の侵害からマテリアルを保護したり、侵害を追跡する目的に、ウォータマークを用いることが知られている。例えば、ウォータマークはマテリアルの所有者を識別することができる。

【0 0 0 6】ウォータマークは、マテリアルから取り除くのが困難だという点で“強固”であると言える。ウォータマークが強固であるということは、ウォータマークを除去、あるいは、蓄積及び／又は伝送のためのビデオ編集又は圧縮等の正当な処理を行おうとして何らかの方法で処理されたマテリアルの出所を追跡するのに有用である。また、ウォータマークは、ウォータマークを除去又はマテリアルを処理しようとする試みを検出するのに有用な処理により、容易に損傷を受けやすいという点では「脆弱 (fragile)」とも言える。

【0 0 0 7】可視的なウォータマークは、例えば、顧客がインターネット上で画像を見て、それを購入したいか否かを決定することはできるが、顧客が購入しそうなウォータマークが付されていない画像へのアクセスはできないようにするのに有用である。ウォータマークは画像を劣化させるが、できれば、顧客によってウォータマークを除去することができないことが好ましい。可視的なウォータマークは、それらが埋め込まれたマテリアルの出所を判別するのににも用いられる。

【0 0 0 8】米国の特許番号 5, 9 3 0, 3 6 9 (コックス等 (Cox et al)) には、マテリアルを変換領域に変換し、データを変換領域の画像に加えることによって、ウォータマークを形成することが提案されている。画像と、それらの画像の変換領域への離散ウェーブレット変換 (Discrete Wavelet Transform) との例では、変換領域において加えられるデータは、変換領域内に形成される複数のサブバンドのうちの 1 つのウェーブレット係数と結合される。一般的に、追加されるデータは、擬似ランダムビットシーケンス (Pseudo Random Bit Sequence、以下、P R B S という。) のような所定のデータシーケンスを変調するように配置されている。例えば、追加されるデータの各ビットは、P R B S のコピーを変調するように配置されており、このコピーは、例えば変換領域の画像の 1 つのサブバンドに加えられる。その画像はその後、空間領域に変換される。

【0 0 0 9】画像から埋め込まれたデータを検出し、回復することが望ましいときは、その画像を再び変換領域に変換して、サブバンドの変換係数と検出装置には既知である所定のデータシーケンスとの相関を求めることによって、埋め込まれているデータは、変換領域のサブバンドから回復される。P R B S のようなデータシーケンスは、それ自体と一致するときは高い自己相関結果を呈

し、それ自体をシフトした他の全てのものに対しては低い、あるいは理想的にはゼロの相関結果を呈する特性を有する。このように、埋め込まれているデータは、サブバンドのデータと所定のデータシーケンスとの相関を求めることにより、回復することができる。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係るデータ検出及び回復装置は、情報マテリアルに埋め込まれたデータを検出して、回復するためのデータ検出及び回復装置であって、データは、データと情報マテリアルのうちの少なくとも1つの変換領域画像を用いて、所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、変調されたデータとマテリアルとを結合させることにより、マテリアルに埋め込まれている。このデータ検出及び回復装置は、マテリアルを情報マテリアルの変換領域画像に変換する変換プロセッサと、変調領域表示から変調されたデータを取り出す変換領域シンボルと所定のデータシーケンスの再生されたバージョンとの相関を求めて相関出力信号を形成し、相関出力信号から埋め込まれたデータを回復する相関プロセッサとを備える。相関プロセッサは、変換領域の複数の開始位置について、変換領域データシンボルと所定のデータシーケンスのデータシンボルとの相関を求める。開始位置は、変換領域データの相対的に可能なシフトの少なくとも1つを表しており、変換領域データのシフトが変換領域データシンボルの損失又は改悪を表している場合、相関の所定のデータシーケンスから対応するシンボルを除外する。失われた又は改悪された変換領域データシンボル及び所定のデータシーケンスの対応するシンボルは相関出力信号の算出に含まれない。

【0011】画像等の情報マテリアルは、あるフォームから他のフォームに変換され、例えば、圧縮符号化及び復号化される。このように画像を処理した結果、変換領域又は空間領域で画像がシフトされ、その結果、変換領域データシンボルの一部が損失し改悪されることがある。更に、変換領域のデータが元の位置からシフトされると、変換領域シンボルと再生された所定のデータシーケンスとの相関から埋め込まれたデータを検出することは不可能になる。これは、所定のデータシーケンスは、変換領域に追加された変調されたバージョンと一致しないためである。そのシフト量は不可知である。

【0012】一般的に、先の提案では、埋め込まれるデータを変換領域のある中心の場所のみに追加し、データが追加されない両端を数ピクセル分空けておく。この先の提案は、画像がシフトされた場合に、画像の両端にあるデータが損失又は改悪されるという問題点を克服した。しかしながら、データを埋め込むための各変換領域画像のスペースが減少してしまうという問題がある。

【0013】本発明の実施の形態は、変換領域全体を利用することができ、これにより、データを埋め込むス

ースが増加する。このデータを検出、回復するために、データは、所定のデータシーケンスとともに変換領域に追加され、埋め込まれるデータの各データシンボルは、所定のデータシーケンスのコピーを変調する。データを検出し、回復するための装置では、埋め込まれたデータシンボルは、それぞれ、変換領域のデータシンボルと所定のデータシーケンスの再生されたバージョンとの相関を求めることにより回復される。相関は、変換領域内で、複数の開始位置のそれぞれで繰り返され、少なくとも1つの開始位置は、変換領域データシンボルの可能なシフトを表している。相関の開始位置が、相関変換領域データシンボルに導入された実際のシフトを表す開始位置を含んでいれば、変換領域データがシフトされても、埋め込まれたデータは、相関出力信号から回復されることもある。

【0014】特定の開始位置に対応する変換領域の中のデータのシフトが、変換領域データシンボルの損失又は改悪を表している場合、例えば変換領域の両端において、損失又は改悪された変換領域シンボルに対応する所定のデータシーケンスからのシンボルは、相関から除外される。したがって、損失又は改悪された変換領域データシンボルと所定のデータシーケンスの対応するシンボルは、相関出力信号の計算には含まれない。したがって、変換領域シンボルの数は、所定のシーケンスの再生されたバージョンから差し引いた対応するシンボルの数でもあり、所定のシーケンスの相関バージョンのシンボルと変調されたデータを形成する所定のシーケンスのシンボルとが常に一致する。

【0015】したがって、好ましい実施の形態では、複数の開始位置は、変調されたデータがシンボルと結合した元の位置からの変換領域シンボルの複数の可能なシフトを表している。

【0016】情報マテリアルの変換により、変換領域画像の一方の端のシンボルが損失され、また、他方の端のシンボルが改悪されることがある。したがって、相関を求める際に、従来は、これらのシンボルを含めて相関を求めていたが、再生されたデータシンボルの対応するシンボルは、相関の加算から除外される。相関を求めるときにこれらのシンボルを差し引くことにより、これらの損失又は改悪されたであろうデータシンボルが崩壊するのを防ぎ、また、これにより、データを埋め込むための変換領域において、データを埋め込むスペース全体を用いることができる。

【0017】データシンボルの数だけ情報マテリアルをシフトすると、変換領域におけるデータシンボルの対応する数のシフトが行われるが、シフトが、情報マテリアルの変換されていない領域とは異なる、変換領域で行われるシフトとなる場合がある。したがって、情報マテリアルをマテリアルのデータシンボルの第1の数だけシフトすることにより、変換領域シンボルの第2の数だけシ

10

20

30

40

50

フトされる。このため、本発明に係るデータ検出及び回復装置は、変換領域データシンボルと所定のデータシーケンスとの相関の複数の開始位置が、変換されていない領域において、情報マテリアルの整数のシフトを含むという内容で、第1及び第2の数に応じて決定された量だけ情報マテリアルをシフトする制御プロセッサを備える。変換領域に変換される前に情報マテリアルをプレシフトすることにより、変換領域データシンボルの数の異なるシフトに対応する開始位置が、情報マテリアルデータシンボルの整数のシフトと一致することになる。

【0018】離散ウェーブレット変換を用いてウェーブレット領域に変換する画像等の情報マテリアルの実施例を考慮すると、画像を2ピクセル分のシフトすることにより、ウェーブレット変換領域の1つのウェーブレット係数のシフトが生じる。このように、レベル1のウェーブレットのための0、1、2、3つのウェーブレット係数のシフトが、画像の0、2、4、6ピクセル分のシフトと一致する。しかしながら、空間領域の画像が、単一ピクセル分だけシフトされることがあり得る。このように、変換領域の相関の開始位置を単一のウェーブレット係数分だけシフトすると、変換領域画像の実際のシフトと一致しない。したがって、相関出力信号は、データが回復されるのに十分な大きさではないことがある。しかしながら、画像を1ピクセル分ブリシフトすることにより、0、1、2、3つのウェーブレット係数の変換領域のシフトが、画像に導入された実際のシフトを含む1、3、5及び7ピクセルと一致する。

【0019】好ましい実施の形態では、変換領域は複数のサブバンドを有し、変調されたデータは少なくとも1つのサブバンドに追加され、相関プロセッサは、変調されたデータと、除外されたデータシンボル以外の所定のデータシーケンスとの相関を求める。

【0020】画像をサブバンドに変換するのにいかなる変換が用いられてもよいことは言うまでもないが、好ましい実施の形態では、変換は離散ウェーブレット変換(DWT)であり、各サブバンドのデータシンボルはウェーブレット係数からなる。

【0021】本発明の実施の形態は、データをいかなる情報マテリアルからも検出し、回復する実施例に適用されるが、特に、ビデオ画像又はオーディオ信号に埋め込まれているデータを検出し、回復する実施例に適用される。

【0022】本発明の第2の実施の形態であるデータ検出及び回復装置は、情報マテリアルに埋め込まれたデータを検出して、回復するためのデータ検出及び回復装置であって、データは、埋め込まれるデータとともに所定のデータシーケンスを変調して変調されたデータを形成し、変調されたデータと情報マテリアルとを結合させることにより、情報マテリアルに埋め込まれている。このデータ検出及び回復装置は、データシーケンスプロセッ

サとともに動作し、相関シーケンスを形成する相関プロセッサと、相関プロセッサの制御下で動作し、変調されたデータが結合された情報マテリアルデータシンボルと相関シーケンスとの相関を求め、情報マテリアルデータシンボルと相関データシーケンスとの相関を表す相関出力信号を形成し、相関出力信号から埋め込まれたデータを回復するデータプロセッサとを備える。相関シーケンスは複数の所定のデータシーケンスバージョンを備え、各バージョンは情報マテリアルから埋め込まれたデータを回復するための所定の複数のデータシーケンスバージョンの可能なフォームを表す。

【0023】情報マテリアルを表すデータは、あるフォームから他のフォームに変換され、例えば、圧縮符号化及び復号化される。画像が処理される他の実施例は、変換処理を用いて画像が他の形式に変換される例である。このような変換は、例えば、離散ウェーブレット変換、離散フーリエ(Discrete Fourier)又はコサイン変換(Cosine Transform)であってもよい。マテリアルを処理した結果、特に変換領域において、マテリアルを表すデータがシフトされる。

【0024】変換領域からの変調されたデータと復号データプロセッサに知られている所定のデータシーケンスとの相関を求めることにより、埋め込まれたデータを回復しようとする場合、埋め込まれたデータを検出することは不可能になる。これは、変換領域でのデータがシフトされたため、所定のデータシーケンスは、所定のデータシーケンスの変調されたバージョンと一致しないためである。このように、サブバンドにおいてデータがシフトされると、相関の所定のデータシーケンスとサブバンドにおけるデータシーケンスの変調されたバージョンとの間の対応する相対的なシフトが行われる。相関出力信号は、低いか、ゼロであるため、データが正確に検出されるのを防止する。

【0025】同様に、情報マテリアルに埋め込まれて結合されるデータによって変調される所定のデータシーケンスは、所定のデータシーケンス群のうちの1つであってもよい。データを情報マテリアルに埋め込むために用いられる所定のデータシーケンスは、復号器では知られていない。

【0026】本発明の実施の形態では、複数の所定のデータシーケンスバージョンを有する相関シーケンスを生成することにより埋め込まれたデータを正確に検出する尤度が改良されている。各バージョンは、等しい所定のデータシーケンスであるが、相互にシフトされていてもよい。各シフトにより、変換領域におけるこのバージョンとデータシーケンスの変調されたバージョンとの間にシフトがない変調領域でのマテリアルデータの可能な相対的なシフトが生じる。相関の結果、高い出力信号の値が生じ、これは所定の閾値と比較して、埋め込まれたデータシンボルを示していることを意味する。相関データ

シーケンスにおける所定のデータシーケンスのその他全てのバージョンは、低いか、又はゼロの相関出力が生じ、この場合、埋め込まれたデータシンボルは検出されない。これは、PRBS等の所定のデータシーケンスが、PRBSもう一方のシフトされたバージョンが、所望の信号との相関に関するノイズを表すという相関特性を有しているためである。したがって、相関出力信号が、他のシフトされたバージョンに対して十分に高い場合、埋め込まれたデータシンボルは、変換領域データがシフトしても、変換領域データから検出される。一般に、相関データシーケンスのシフトされたバージョンのいずれが、埋め込まれたデータの所定のデータシーケンスと一致するかを知る必要はない。

【0027】好ましい実施の形態において、所定のデータシーケンスバージョンの数は、変調された所定のデータシーケンスの可能な相対的なシフトの数と等しく、複数の所定のデータシーケンスはそれぞれ相互にシフトし、各シフトは、変調されたデータシンボルが変換領域においてシフトされたと思われるシンボルの数を表す。

【0028】他の実施の形態では、変調されたデータを形成するために用いられる所定のデータシーケンスは所定のデータシーケンス群のうちの1つであり、相関データシーケンスの各所定のデータシーケンスバージョンは、変調されたデータを形成するために用いられたと思われる可能な所定のデータシーケンス群の中のそれぞれ異なる所定のデータシーケンスである。データを埋め込むために用いられる所定のデータシーケンスと一致する所望の素xていのデータシーケンスは、埋め込まれたデータが回復される相関結果を生み、他のシーケンスはノイズを形成する。したがって、データを埋め込むのに所定のデータシーケンスのいずれが用いられたかを知ることなしに、埋め込まれたデータを回復する。

【0029】好ましい実施の形態において、相関シーケンスは、所定のデータシーケンスのバージョンを選択し、所定のデータシーケンスバージョンを結合する前に選択された所定のデータシーケンスバージョンの極性を反転にすることにより形成される。選択された所定のデータシーケンスバージョンの極性を反転にすることにより、例えば、交互の所定のデータシーケンスバージョンの極性を反転にすることにより、所定のデータシーケンスの所望のバージョンに関して、所望しないバージョンの干渉を低減することができる。

【0030】前述の説明から明らかなように、好ましい実施の形態では、所定のデータシーケンスはPRBSである。したがって、相関シーケンスは、それぞれが相互にシフトされた複数のPRBSのバージョンを有する。

【0031】好ましい実施の形態において、データは、情報マテリアルの変換領域画像における情報マテリアルと結合される。その結果、例えば、データシンボルが変換領域データシンボルと結合した影響が、複数の情報マ

テリアルデータシンボルに広がり、これにより、情報マテリアルに対するいかなる知覚可能な影響も低減することができる。いかなる適切な変換を用いることができるが、好ましい実施例では、変換は離散ウェーブレット変換であり、変換領域のデータシンボルはウェーブレット係数からなる複数のサブバンドのそれぞれに分割されており、データは、サブバンドのうちの少なくとも1つに加えられる。

【0032】データが埋め込まれた情報マテリアルは、いかなるフォーム又は種類のマテリアルでもよいが、好ましい実施の形態では、情報マテリアルは、ビデオマテリアル、オーディオマテリアル、ビデオ及び/又はオーディオマテリアルのいずれかである。

【0033】本発明の様々な更なる構成及び特徴は、添付の請求の範囲において定められる。

【0034】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を、ビデオ画像にデータを埋め込むウォータマーキングシステムを参照して説明する。どのような種類のデータでも画像に埋め込むことができる。なお、都合が良いことに、画像に埋め込まれたデータは、画像を表し、又は画像自体のコンテンツの属性を識別するメタデータであってもよい。メタデータの例としては、ユニバーサルマテリアル識別子 (Universal Material Identifier: UMID) がある。UMID用の提案されている構造は、2000年3月号のSMPTEジャーナルに記載されている。UMIDの構造の詳細について後述する。

【0035】ウォータマーキングシステム図1は、ウォータマーキングシステムの構成を示すブロック図であり、ウォータマーキングシステム10は、ウォータマークをビデオ画像115内に埋め込み、ウォータマーク付き画像125からウォータマークを回復及び除去する。ウォータマーキングシステム10は、図1に示すように、ウォータマークをビデオ画像に埋め込む画像プロセッサ100と、ウォータマークを検出及び回復するとともに、ビデオ画像からウォータマークを除去、すなわち「洗浄 (washing)」する復号画像プロセッサ102とを備える。

【0036】ウォータマークをビデオ画像に埋め込む画像プロセッサ100は、強度アダプタ180と、ウォータマーク埋込み器120とを備える。ウォータマーク埋込み器120は、ウォータマークを、ソース110から生成されたビデオ画像115に埋め込むように構成され、画像ウォータマーク付き画像125を生成する。ビデオ画像に埋め込まれるウォータマークは、UMIDを表すデータ175から形成されている。一般的に、UMIDは、ビデオ画像のコンテンツを識別する。なお、コンテンツ、又は画像の他の属性を識別する異なる種類のメタデータを、ウォータマークを形成するために用いることができることは明らかである。好ましい実施例で

は、ウォーターマーク埋込み器 1 2 0 は、強度アダプタ 1 8 0 からの特別な適用強度 1 8 5 に基づいて、UMID をビデオ画像 1 1 5 に埋め込む。強度アダプタ 1 8 0 は、ビデオ画像 1 1 5 に対するウォーターマークの強度を決定する。適用強度は、ウォーターマーク付き画像 1 2 5 を見る人に対する知覚可能な如何なる影響も最小限にしながら、ウォーターマークを回復できるように決定される。ウォーターマークを埋め込んだ後、画像は、伝送、蓄積、あるいは例えば画像を圧縮符号化する等の方法により更なる処理が施される。この後続する処理及び伝送は、図 1 においては線 1 2 2 として、概略的に示されている。

【0 0 3 7】図 1 に示すように、ウォーターマークを検出及び除去する復号画像プロセッサ 1 0 2 は、ウォーターマークデコーダ 1 4 0 と、ストレージ 1 5 0 と、画像ウォーターマーク付き画像 1 2 5 からウォーターマークを除去するウォーターマーク除去器 1 3 0 とを備える。

【0 0 3 8】ウォーターマークデコーダ 1 4 0 は、ウォーターマーク付きビデオ画像からウォーターマークを検出し、この具体例では、画像ウォーターマーク付き画像 1 2 5 から再生 UMID を生成する。ウォーターマーク除去器 1 3 0 は、画像ウォーターマーク付き画像 1 2 5 からできる限りウォーターマークを除去することにより、再生画像 1 3 5 を生成する。ある具体例では、ウォーターマーク除去器 1 3 0 は、画像から実質的に跡を残さずウォーターマークを除去する機能を有す。そして、再生画像 1 3 5 は、ストレージ 1 5 0 に記憶され、後の処理のために伝送又はルーティングされる。

【0 0 3 9】ウォーターマーク埋込み器ウォーターマーク埋込み器 1 2 0 について、図 2 を参照しながら、さらに詳細に説明する。図 2 において、図 1 に示される同じ回路には、同じ符号を付している。図 2 に示すように、ウォーターマーク埋込み器 1 2 0 は、擬似ランダムシーケンス発生器 2 2 0 と、エラー訂正符号発生器 2 0 0 と、ウェーブレット変換器 2 1 0 と、逆ウェーブレット変換器 2 5 0 と、変調器 2 3 0 と、結合器 2 4 0 とを備える。

【0 0 4 0】エラー訂正符号発生器 2 0 0 は、UMID 1 7 5 が供給され、エラー訂正符号化方式に基づいて、UMID と組み合わせられた冗長データを有するエラー訂正符号化 UMID を生成する。様々なエラー訂正符号化方式が UMID を符号化するのに使われることは明らかである。

【0 0 4 1】この具体例における UMID は、3 1 バイトのバイナリシーケンスである。例えば、BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) コードを適用することによって、3 1 バイトの UMID は、5 1 1 ビットの符号化バイナリシーケンスに変換される。このような BCH コードワードによって、3 1 ビットまでのエラーを訂正することができ、より多くのエラー、例えばクラスタエラー又はバーストエラーを検出することができる。

【0 0 4 2】図 2 に示すように、エラー訂正符号化 UMID 2 0 5 は、変調器 2 3 0 の第 1 の入力端子に供給される。擬似ランダムシーケンス発生器 2 2 0 は、PRBS 2 2 5 を出力し、PRBS 2 2 5 は変調器 2 3 0 の第 2 の入力端子に供給される。変調器 2 3 0 は、擬似ランダムシーケンス発生器 2 2 0 によって発生された PRBS の各コピーを、エラー訂正符号化 UMID の各ビットで変調する。好ましい実施例では、PRBS は、PRBS の各ビットをバイポーラフォーム（「1」が +1、「0」が -1）で表し、符号化 UMID の対応するビットが「0」のときは PRBS の各ビットの極性を反転し、対応するビットが「1」のときは極性を反転しないことにより、変調される。そして、変調 PRBS は、結合器 2 4 0 の第 1 の入力端子に供給される。結合器 2 4 0 には、第 2 の入力端子を介して画像が供給され、PRBS 変調データが画像に埋め込まれる。なお、データは変換領域において画像と結合される。

【0 0 4 3】ウォーターマークのデータを表す拡散スペクトラム信号を生成する擬似ランダムシーケンス発生器 2 2 0 を用いることによって、画像に埋め込まれるデータの強度を低減することができる。変調 PRBS が加えられた変換領域画像のデータの相関を求めることにより、変調データビットを検出し、判定することができる所謂相関符号化ゲインを有する相関出力信号が、生成される。このようにして、画像に加えられるデータの強度を低減することができ、これによって、空間領域画像上で知覚できる如何なる影響も低減することができる。また、拡散スペクトラム信号を用いることにより、データがより多くの変換領域データシンボルに拡散されるので、本来備わっている画像の強固性を向上させることができる。

【0 0 4 4】図 2 に示すように、ウェーブレット変換器 2 1 0 は、ソース 1 1 0 からビデオ画像 1 1 5 が供給され、ウェーブレット画像 2 1 5 を結合器 2 4 0 に出力する。したがって、ウェーブレット画像 2 1 5 は、空間領域から変換領域に変換されている。結合器 2 4 0 は、強度アダプタ 1 8 0 から供給される適用強度に基づいて、PRBS 変調データを変換領域の画像に加える。そして、ウォーターマーク付きウェーブレット画像 2 4 5 は、画像ウォーターマーク付き画像 1 2 5 を生成するために、逆ウェーブレット変換器 2 5 0 により空間領域に変換される。結合器 2 4 0 の動作については、後で詳しく説明する。

【0 0 4 5】本発明の実施例の説明のために、図 3、4 を参照し、以後の段落においてウェーブレット変換を簡単に説明する。

【0 0 4 6】ウェーブレット変換

ウェーブレットはよく知られており、例えば、1 9 9 9 年発行、シー・バイレンス著「本当に親しみやすいウェーブレットのガイド (A Really Friendly Guide to Wavelets)」(C Valens, 1999, (<http://perso.wanadoo>).

fr/polyvalens/clemens/wavelets/wavelets.html) にて入手可能) に記載されている。 バイレンスは、各反復において係数 2 により画像をスケーリングする、サブバンドコーディングにおいて用いられる反復フィルタバンクとして、離散ウェーブレット変換を行うことができることを示している。

【0047】したがって、図 3 に示すように、空間領域画像に、ハイパスフィルタ及びローパスフィルタのセットを適用する。フィルタリングの第 1 段階であるレベル 1 において、画像を水平及び垂直方向にフィルタリングし、各方向において係数 2 でスケールダウンする。レベル 2 では、レベル 1 からのローパス画像をフィルタリングし、レベル 1 と同様にしてスケーリングする。続くレベル 3 以降では、フィルタリング及びスケーリングを繰り返す。

【0048】図 4 に結果を概略的に示す。図 4 は、当該技術分野における通常の表現である。水平軸 H は、サブバンドの周波数が高くなることを示している。レベル 1 において、画像を空間的にフィルタリングし、下部水平及び垂直バンド lH_1 , lV_1 と、上部水平バンド hH_1 , lV_1 と、上部垂直バンド lH_1 , hV_1 と、上部水平及び垂直バンド hH_1 , hV_1 の 4 つのバンドとする。レベル 2 では、下部水平及び垂直バンド lH_1 , lV_1 をフィルタリング及びスケーリングして、下部水平及び垂直バンド lH_2 , lV_2 と、上部水平バンド hH_2 , lV_2 と、上部垂直バンド lH_2 , hV_2 と、上部水平及び垂直バンド hH_2 , hV_2 とする。レベル 3

(図 4 では省略) において、下部水平及び垂直バンド lH_2 , lV_2 をさらにフィルタリング及びスケーリングする。

【0049】結合器

ここで、結合器 240 の動作について詳細に説明する。結合器 240 は、ウェーブレット変換器 210 からウェーブレット画像 215 が、変調器 230 から変調 PRBS が、強度アダプタ 180 から適用強度 185 が供給される。結合器 240 は、ビットの値にかかわらず、変調 PRBS の各ビットに、 ± 1 にスケーリングされた係数 α を加えることにより、ウォータマーク 235 をウェーブレット画像 215 に埋め込む。ウェーブレット画像 215 の選択された部分はウォータマーク 235 を埋め込むため使用される。ウェーブレット画像 215 の所定の領域の各係数は、以下の式により、符号化される。

【0050】

$$X_i' = X_i + \alpha_n \cdot W_i \quad (1)$$

ここで、 X_i は i 番目のウェーブレット係数であり、 α_n は n 番目の PRBS に対する強度であり、 W_i はバイポーラフォームにおける変調 PRBS の i 番目のビットである。

【0051】ここで、結合器の動作について、図 5、6、7 を参照しながら、詳細に説明する。図 5 におい

て、結合器 240 は、変換領域画像をフレームストレージ 236 に供給する接続チャンネル 215 を介して変換領域画像が供給される。フレームストレージ 236 は、変換領域データのフレームを記憶する。結合器 240 は、PRBS (変調 PRBS データ) を用いた拡張された後の、拡散スペクトラム符号化及びエラー訂正符号化された UMID が供給される。この具体例において、このエラー訂正及び拡散スペクトラム符号化されたフォームの 1 つの UMID が、フレームストレージ 236 内の画像フレームに埋め込まれる。したがって、各符号化 UMID は、画像データの各フレームに埋め込まれるデータアイテムを形成する。このため、フレームストレージ 236 は、ウェーブレット変換領域の画像を表すデータのフレームを記憶する。埋め込まれるデータは、結合プロセッサ 237 に供給され、結合プロセッサ 237 は、埋め込まれるデータを、フレームストレージ 236 内に記憶されているウェーブレット変換領域画像の選択された部分に埋め込む。また、結合器 240 は、結合プロセッサ 237 に接続された制御プロセッサ 238 を備える。

【0052】図 6 は、一次ウェーブレット変換を示す図である。このウェーブレット変換は、ウェーブレット領域に変換され、フレームストレージ 236 に記憶されている画像のフレームを表している。ウェーブレット変換画像 WT_IMG は、画像が分割されたサブバンドを表す 4 つのウェーブレット領域を有する。ウェーブレットは、図 3 に対応してラベルが付してある。本発明の実施例では、埋め込まれるデータは、垂直周波数が低く、水平周波数が高いサブバンド hH_1 , lV_1 と、水平周波数が低く、垂直周波数が高いサブバンド lH_1 , hV_1 にだけ書き込まれる。

【0053】2 つのサブバンド hH_1 , lV_1 及び lH_1 , hV_1 にだけデータを埋め込むことによって、埋め込まれたデータを検出できる可能性は高まり、一方、埋め込まれたデータが得られた画像に及ぼす影響は、低減される。なぜならば、水平周波数が高く、垂直周波数も高いサブバンド hH_1 , hV_1 のウェーブレット係数は、例えば圧縮、符号化等によって乱される可能性があるからである。JPEG (Joint Photographic Experts group) のような圧縮符号化処理は、画像の高周波成分を削減することにより、画像を圧縮符号化する。したがって、このサブバンド hH_1 , hV_1 にデータを書き込むことにより、埋め込まれたデータを回復できる可能性は低減する。逆に、垂直周波数が低く、水平周波数も低いサブバンド lH_1 , lV_1 にも、データは書き込まれない。なぜならば、画像の低い周波数成分は、高周波数成分よりも、一般的に、より低いエネルギーを有するため、このサブバンドへのデータの書き込みは、画像を一層の乱す効果をもたらすからである。したがって、垂直周波数が低く、水平周波数が低いサブバンド周波数へのデータ書き

込みは、画像をより一層劣化させる効果をもたらす。妥協案として、データは、水平周波数が高く、垂直周波数が低いサブバンド hH, lV と、垂直周波数が低く、水平周波数が高いサブバンド lH, hV に加えられる。

【0054】本発明の実施例では、結合器 240 は、サブバンドの全ての周波数幅を使用して、データを埋め込む。

【0055】既に説明したように、空間又は変換領域で画像を処理する影響は、サブバンドのウェーブレット係数に対して、サブバンドの端の係数が損失又は改悪するという結果をもたらす。したがって、サブバンドは、変換領域のデータシンボル（ウェーブレット係数）が回復できない領域を含んでいる。図 7 は、この問題を説明するために、従来提案されている配置を示す図であり、埋め込まれるデータユニットは、サブバンド EX_SYS の端のウェーブレット係数には書き込まれない、又は加えられない。なお、これにより、サブバンドのデータ容量が低減することになる。換言すると、埋め込まれるデータに追加することができるエラー訂正符号の容量が減ると考えられる。

【0056】したがって、図 8 に示すように、サブバンドの端間の全てのウェーブレット係数からなるサブバンド全体を用いて、データを埋め込むようにする。そのために、拡散スペクトラム符号化データは、ボックス P_SEQ として示されるウェーブレット係数に加えられる。なお、図 8 に示す配置と同様に、サブバンドの端と破線と間の領域 EX_SYS で表される、サブバンドの端における領域 EX_SYS 内のデータシンボルは、画像を処理又はシフトするために、損失したり、改悪されたりするウェーブレット係数である。本発明の実施例は、サブバンドの端における領域 EX_SYS 内でデー

$$C_n = \sum_{i=1}^s X_{sn+i} R_i$$

【0060】そして、相関 C_n の結果の相対的な符号は、ウォーターマーク埋込み器内でこのビットを表すのに用いられた符号に対応した埋込みデータの n 番目のビットの値を示している。この方法で回復されたデータビットは、エラー訂正符号化 $UMID$ を表しており、エラー訂正符号化 $UMID$ は、エラー訂正デコーダ 350 により、エラー訂正符号発生器 200 によって発生されたエラー訂正符号用の復号アルゴリズムを用いて、復号される。ウォーターマーク除去器 130 において、回復 $UMID$ を用い、ウォーターマーク埋込み器 120 において実行される動作と逆の動作を行うことにより、ウォーターマークをビデオ画像から除去することができる。図 9 に示す相関器 330 の詳細について、図 10 を参照して説明する。図 9 に示す回路と同じ回路には、同じ符号を付している。

タシンボルが損失又は改悪されるにもかかわらず、埋め込まれたデータを回復するという問題を解決するものである。埋め込まれたデータの検出及び回復は、図 1 に示す復号画像プロセッサ 102 を構成するウォーターマークデコーダ 140 によって行われる。

【0057】ウォーターマークデコーダ

復号画像プロセッサで 102 内のウォーターマークデコーダ 140 の動作について、図 9 を参照しながら、詳細に説明する。なお、図 1 と同じ回路には、同じ符号を付している。ウォーターマークデコーダ 140 は、画像ウォーターマーク付き画像 125 が供給され、 $UMID$ の再生バージョンを出力する。ウォーターマークデコーダ 140 は、ウェーブレット変換器 310 と、擬似ランダムシーケンス発生器 320 と、相関器 330 と、エラー訂正デコーダ 350 とを備える。

【0058】ウェーブレット変換器 310 は、画像ウォーターマーク付き画像 125 を変換領域に変換し、これによって、ウォーターマークデータを回復することができる。そして、結合器 240 によって、 $PRBS$ 変調データが加えられたウェーブレット係数は、ウェーブレット係数のサブバンド hH, lV, lH, hV から読み出される。そして、これらのウェーブレット係数は、ウォーターマーク埋込み器において用いられた対応する $PRBS$ との相関がとられる。通常、相関は、以下の式

(2) で表され、ここで、 X_n は n 番目のウェーブレット係数であり、 R_n は、擬似ランダムシーケンス発生器 320 によって発生された $PRBS$ の n 番目のビットである。なお、後述するように、幾つかの具体例では、ウェーブレットの全ての係数が、式 (2) に基づいた相関の総和を形成するために用いられるものではない。

【0059】

【数 1】

(2)

【0061】図 10 において、相関器 330 は、フレームストレージ 331 を備え、フレームストレージ 331 には、接続チャンネル 315 を介してウェーブレット変換された画像が供給される。フレームストレージ 331 は、ウェーブレット変換画像のフレームを記憶する。制御プロセッサ 332 は、フレームストレージ 331 からウェーブレット係数を選択し、選択したウェーブレット計数を相関プロセッサ 334 に供給する。制御プロセッサ 332 は、バッファ 333 も制御する。選択されたウェーブレット係数は、1 つの変調 $PRBS$ が加えられたとみなされる係数の連続的な組である。バッファ 333 は、 $PRBS$ 発生器 320 から $PRBS$ が供給され、この $PRBS$ を、制御プロセッサ 332 からタイミングチャンネル 336 を介して供給されるタイミング信号に同期して、出力する。相関プロセッサ 334 は、 $PRBS$

を有するフレームストレージ 331 内の画像のサブバンドから読み出されるデータシンボル（ウェーブレット係数）の相関を制御する。なお、埋め込まれたデータを回復するために、再生 PRBS は、サブバンドからの各ウェーブレット係数に加えられた PRBS の対応する変調バージョンに同期させなければならない。相関処理は、制御プロセッサ 332 の制御の下で、制御チャンネル 337 及びバッファ 332 を用いて、相関プロセッサ 334 によって実行される。

【0062】デコーダの第 1 の実施例

第 1 の具体例

制御プロセッサ 332 は、式 (2) に基づく PRBS を有する、フレームストレージ 331 内の画像のサブバンドから読み出されるデータシンボル（ウェーブレット係数）の相関を制御する。なお、説明したように、画像は、ウェーブレット領域で行われたシフトの結果、空間領域においてもシフトされている。具体的には、ウェーブレット変換では、空間領域における画像の 2 ピクセル分のシフトは、レベル 1 のウェーブレットにおける 1 つのウェーブレット係数のシフトを生じさせる。したがって、ウェーブレット係数の 0、±1、±2、±3 のシフトは、空間領域における画像の 0、±2、±4、±6 ピクセル分のシフトとして現れる。なお、制御プロセッサ 332 は、画像の可能なシフトを調整するように構成されており、相関器 330 内の PRBS は、ウェーブレット係数に加えられた変調 PRBS に同期させることができる。相関器 330 の埋め込まれたデータを回復する動作について、図 11、12、13 及び 14 を用いて説明する。図 11 において、ウェーブレット変換器 310 によって生成されたウェーブレット変換画像 WT_IMG1 は、例えばフレームストレージ 331 内で表されるフォームとして、示されている。図 11 における表現は、図 8 の表現に対応している。説明を単純にするために、水平周波数が高く、垂直周波数が低いサブバンドのみを考える。なお、類似した方法により、垂直周波数が高く、水平周波数が低いサブバンド $hH_1, 1V_1$ から、データを回復することができることはいうまでもない。図に示すように、画像は左へのシフト SHIFT を受け、その結果、サブバンドの左端のウェーブレット係数 LST が失われている。

【0063】図 11 に示すように、サブバンドの左側の端のデータシンボルが失われているのに対して、サブバンドの右側の端では、データシンボルは、シフトされた結果、改悪又は少なくとも信頼することができない。なぜならば、右端の係数は、画像に適用された処理の結果失われたサブバンド係数を補充するための変換により、効果的に導入されたためである。なお、明らかなように、ウェーブレット領域における画像の実際のシフト量は、相関器では知ることができない。したがって、埋め込まれたデータをサブバンドから検出及び回復すること

ができるように、サブバンドにおけるウェーブレット領域データのシフトを調整するために、相関プロセッサ 334 によって、相関処理が、ウェーブレット係数の可能なシフトを表す複数の開始位置から始まる連続したウェーブレット係数に対して、反復して実行される。各開始位置において、PRBS を埋め込まれた複数のデータビットに対応するウェーブレット係数に相関させた結果の大きさを組み合わせることによって、組合せ相関結果を形成する。最大の組合せ相関結果をもたらす開始位置が、画像に導入された実際のシフトに対応するように、決定される。相関プロセッサ 334 と連携した制御プロセッサ 332 の動作を、図 12、13、14 に概略的に示す。

【0064】図 12 の上段は、図 11 に示す水平周波数が高く、垂直周波数が低いサブバンド $hH_1, 1V_1$ の先端を拡大して示す図である。図 12 において、セクション 400、402、404、406 が、PRBS の変調バージョンが加えられたウェーブレット係数を表している。2 つのセクション 400、402 の左端のハッチングが付された領域 LST は、シフトの結果により失われたウェーブレット係数を表している。係数 404 の変調セクションの右端の影が付された領域 UNR は、信頼性がない係数を表している。完全な各セクション、例えば第 2 のセクション 402 は、変調 PRBS が加えられた一連のウェーブレット係数を表している。ウェーブレット係数のこの組によって表される埋め込まれたデータシンボルを回復するためには、再生擬似ランダムビットシーケンス P_REP を、完全な PRBS が加えられたウェーブレット係数のシーケンスと一致させなければならない。これは、制御プロセッサ 332 と連携した相関プロセッサ 334 によって、再生擬似ランダムビットシーケンス PRBS_REP を、複数の開始位置 ST_POS の各々から始まる連続したウェーブレット係数と相関させることにより、実現される。図 12 に示すように、結合器 240 によって完全な変調 PRBS が元々追加されたウェーブレット係数のシーケンスの開始位置を開始位置「0」として、「-2」、「-1」、「0」、「1」、「2」のウェーブレット係数のシフトに対応した 5 つの開始位置がある。相関の結果を図 13 に示す。図示する具体例は、2 つのウェーブレット係数を左にシフトしたものであり、埋め込まれた幾つかのビットの相関を組み合わせた相関結果は、位置「-2」において最大の大きさを生じている。埋め込まれたデータは、このシフトから回復することができる。図 13 に示すように、最も高い値を有する相関出力信号は、ウェーブレット領域における画像のシフトが「-2」係数であることを示している。

【0065】画像がシフトされた後のサブバンドから、埋め込まれたデータを検出及び回復するために、相関プロセッサ 334 は、相関の総計から、損失又は改悪され

10

20

30

40

50

たウェーブレット係数に対応したPRBSビットを除外するように動作する。除外される係数の数は、各開始位置とみなされるシフトに対応している。したがって、例えば、開始位置が「2」の場合、サブバンドのどちらか一方の端の2つのウェーブレット係数が信頼がなく又は損失したと仮定され、したがって、PRBSの対応したビットに関する相関は、相関総計に含まれない。これを図14に示す。

【0066】図12及び14に示すように、相関プロセッサ334は、サブバンドから、読出矢印R1で示すように、ウェーブレット係数を読み出す。図14は、相関プロセッサ334の動作を示す図であり、1つの変調PRBSに対応したウェーブレット係数WTCが、再生擬似ランダムビットシーケンスP_{REP}ともに示されている。図14に示すように、サブバンドの右端の領域から読み出された再生ウェーブレット変換係数、及び失われたとみなされるデータは、ハッチングが付された領域ER_{SYS}として示されている。したがって、再生擬似ランダムビットシーケンスP_{REP}の対応するシンボルは、除外領域EX_{REG}としてマークされている。

【0067】相関プロセッサ334により実行される相関の総計は、再生擬似ランダムビットシーケンスP_{REP}からのビットを有するウェーブレット係数の組合せ結果が供給される結合機能COMB及び加算器ADDとして表される。この相関総計は、ハッチングが付された領域ER_{SYS}及び除外領域EX_{REG}内のシンボルを除き、ウェーブレット変換係数WTCと複製擬似ランダムビットシーケンスP_{REP}のビットとの間の全てのシンボルに対して、実行される。各組合せの結果は、加算器ADDによって加算され、これにより、ウェーブレット係数と再生擬似ランダムビットシーケンスP_{REP}の相関が、形成される。相関結果は、出力チャンネルCOPP_{OUT}から出力される。このように、式(2)に基づいた相関総計は、調整されることは明らかである。

【0068】擬似ランダムビットシーケンスのような所定のデータシーケンスは、PRBSがそれ自体に一致したときには高い相関出力が生じ、それ自体に対してPRBSがシフトしたときには0出力又は少なくとも低い相関出力が生じる自己相関特性を有する。相関総計から、除外領域EX_{SYS}のウェーブレット係数を除外する結果、相関出力を減少させることができる。なお、この減少は、PRBSが十分に長く、除外される相関シンボルの数が相関出力信号を余り減少させない場合は、比較的小さい。このように、PRBSの対応するウェーブレット変換係数及び対応するビットを考慮し、又は考慮しないが、シンボルの相対的な配置を維持することによって、シンボルを除去することは、相関器の性能に重要な影響を及ぼさない。その結果、サブバンドの全ての領域

を、データを埋め込むために使用することができる。

【0069】第2の具体例

上述したように、制御プロセッサは、組合せ相関結果が最大の大きさを呈する開始位置に基づいて、情報マテリアルがシフトされた量を検出する。他の具体例では、このシフトを確定し、この確定したシフトに対応する次の相関を実行するための開始位置を適応及び維持するように、制御プロセッサを構成することができ、それによって、他の開始位置で相関を繰り返す必要を避けることができる。

【0070】既に説明したように、レベル1のウェーブレット変換の単一のウェーブレット係数のシフトは、画像の空間領域における2ピクセル分のシフトに対応する。なお、空間領域において画像が1ピクセルだけシフトしている場合、再生PRBSがウェーブレット係数とそれらの本来の位置で相関するときには、相関出力は減少する。一方、変調PRBSが加えられたウェーブレット係数の位置は、変調PRBSが元々加えられたウェーブレット係数の位置と略一致する。なお、組合せ相関信号の結果的な減少は、正しい開始位置及びシフト量の検出に対して、妨げとなる。

【0071】画像が空間領域において単一のピクセル又は奇数個のピクセル分シフトされることに適応させるために、ウォータマーク復号プロセッサは、ウェーブレット領域に変換する前に1ピクセル予めシフトされた画像フレームの第2のバージョンを生成する。したがって、図9に示すウォータマークデコード140は、ウォータマーク付き画像125を、単一のピクセル分シフトした後に、再びウェーブレット変換器310に供給する。第2の変換領域の画像のシフトされたバージョンの生成は、制御プロセッサ332により、図10に示されないフィードバック信号を用いて行われ、なお、これがどのように実行されるかは、当業者には明らかである。

【0072】第2のウェーブレット変換画像は、また、接続チャンネル315を介して、フレームストレージ331に供給される。したがって、制御プロセッサ332は、変換領域の画像の各バージョン、すなわち変換領域でシフトされている画像とシフトされていない画像とに対するウェーブレット係数を用いて、再生PRBSの相関を形成する。その結果、ウェーブレット係数の整数の個数に対応する開始位置のシフトは、変換領域の画像の第2のシフトされたバージョンに対しては、空間領域におけるピクセルの奇数個分のシフトであり、画像がシフトされていないバージョンの相関は、空間領域における画像のピクセルの偶数個分のシフトである。したがって、画像の予めシフトされたバージョンを生成することにより、空間領域における画像の整数シフトの全てに対する再生PRBSの相関を容易に求めることができ、この相関出力からデータを回復できることはいうまでもない。

10

20

30

40

50

【0073】上述では、データをウェーブレット領域のサブバンドに水平方向に加える実施例を説明したが、他の実施例として、データを垂直方向に加えるようにしてもよいことは明らかである。すなわち、データを垂直方向に結合するとともに、データを再生するためのデータ埋込み器、相関器及び制御プロセッサを備えた装置であってもよい。これは、画像のシフトも、垂直方向に起こるからであり、相関の開始位置は、垂直方向にシフトする可能性がある。

【0074】また、上述では、埋め込まれるデータの各ビットを表すのに、同じPRBSを用いた実施例を説明したが、他の実施例として、埋め込まれるデータのそれぞれに対して、異なるPRBSを用いるようにしてもよい。

【0075】本発明の第2の実施例に基づくデコーダ第1の具体例

本発明の第2の実施例は、サブバンドのウェーブレット係数にシフトがあった場合に、ウェーブレット係数から埋め込まれたデータを回復する技術的な課題に対処するものである。既に説明したように、画像を空間領域から変換領域に変換したときに、画像を処理及び生成すると、この種のシフトが起こることがある。ウェーブレット変換係数がサブバンド内でシフトした場合、PRBSは、サブバンド内においてウェーブレット係数が加えられたPRBSのバージョンとはもはや一致しない。その結果、再生PRBSに対する相関によっては、相関出力信号を得ることができず、埋め込まれたデータシンボルを検出することができない。本発明の実施例は、この問題を解決するものであり、合成シーケンス（以下に、相関データシーケンスという。）を生成し、相関データシーケンスとサブバンド内のデータを相関させる。相関データシーケンスは、図15に示すように形成され、後述するように、図16に示す相関器330'によって生成される。

【0076】図15に示すように、データを変換領域に埋め込むために用いられるPRBSの多くのコピーが、PRBS発生器520によって発生され、接続チャンネル325を介してデータシーケンスプロセッサ532に供給される。発生されるPRBSのコピーの数は、サブバンド内において、データの許容されるシフト可能な数に対応している。これらの許容シフトの各々に対して、埋め込まれたデータは回復することができる。図15に示すように、可能な整数シフトINT_SHIFTが横に示されており、シフトされたPRBSの対応するバージョンがCENT_Pとして中央に示されている。したがって、図15に示すように、±2シンボルのシフトは許容することができ、埋め込まれたデータシンボルを、相関出力信号から検出することができる。そして、-2、-1、0、+1、+2シフトにおけるPRBSの5つのバージョンが、一緒に結合されて、相関データシー

ケンスCORR_SEQを形成する合成データシーケンスが形成される。相関データシーケンスCORR_SEQは、データシーケンスプロセッサ532によって生成され、相関プロセッサ533の制御下に、データシーケンスプロセッサ532からデータプロセッサ534に供給され、データプロセッサ534は、埋め込まれたデータシンボルを回復することができる相関出力信号を生成する。

【0077】図17において、水平周波数が高く、垂直周波数が低いサブバンドhH₁V₁内に埋め込まれているデータは、ボックスP_SEQのシーケンスとして表され、ボックスP_SEQは、ウェーブレット係数に加えられる変調PRBS用の連続した領域を表している。相関プロセッサ533は、新たなPRBSが始まると思われる開始位置ST_Pから開始し、サブバンドに追加された変調PRBSの順番に対応して、ウェーブレット係数を順次読み出す。矢印R1は、相関プロセッサ533によって実行されるウェーブレット係数の読出順序を表している。データプロセッサ534は、図18に示すように、ウェーブレット係数WCTのこのセットと、相関シーケンスCORR_SEQとの間の相関を効果的に算出する。この結果、ウェーブレット係数が、サブバンド内で期待される位置から±2シンボル以内でシフトされているにも拘わらず、ウェーブレット係数が、相関データシーケンスCORR_SEQを生成するときに使われたPRBSのバージョンのうちの1つに一致したときに、ウェーブレット係数が回復される。この結果、データプロセッサ534は、埋め込まれたデータシンボルを検出することができる信号を生成するために、相関シーケンス内における対応するPRBSに対するウェーブレット係数の配置を示す出力相関信号を生成する。PRBSのようなデータシーケンスは、ウェーブレット係数に加えられたPRBSの一致したバージョンに比して、PRBSの他のシフトされたバージョンは、ノイズとして効果的に現れるという特性を有する。一致したPRBSに対する相関出力信号には、高いピークが生じるので、埋め込まれたデータシンボルは、効果的にノイズを形成するPRBSの他のシフトされたバージョンの存在にもかかわらず、相関出力信号から検出することができる。

【0078】第2の具体例

本発明の更なる実施例を、図19、20を用いて説明する。埋め込まれたデータは、複数の可能なPRBSのうちの1つと結合されており、このPRBSをウォータマークデコーダ140は知らない。分かっているのは、データを埋め込むために用いられたPRBSはPRBSの限られた組のうちの1つであるということである。この実施例において、相関シーケンスは、ウェーブレット係数に加えられた埋込みデータを拡散スペクトラム符号化するために用いられたPRBSの組に対応したPRBS

を、一緒に加えることによって、形成される。そして、図 19 は、そのような配列を示しており、組は、4 つの擬似ランダムビットシーケンス P1、P2、P3、P4 からなるとすると、これらは一緒に加算され、相関シーケンス CORR_SEQ' を形成する。相関プロセッサ 533 は、第 1 実施例のために既に説明したのと正確に同じように動作するが、今度は、再生ウェーブレット係数を、4 つの異なる PRBS を結合することにより形成される合成データシーケンス CORR_SEQ' と相関させる。これを図 20 に示す。再び、図 15、18 を参照して説明した実施例と同様に、埋め込みデータを拡散スペクトラム符号化するために使用する PRBS は、ウェーブレット係数に加えられた変調 PRBS の一致したバージョンと相関される。相関器から相関出力信号が生成され、データプロセッサ 534 は、相関出力信号から埋め込まれたデータシンボルを検出することができる。上述したように、埋め込むデータシンボルの符号化に使用されなかった他の不必要な PRBS は、正しい PRBS に対して、ノイズを効果的に形成する。なお、既に説明したように、PRBS のようなデータシーケンスは、正しい PRBS に対する相関出力は、ノイズとなる他の正しくない PRBS に対する相関出力よりも、十分高く、得られる相関出力信号からデータシンボルを検出することができるという特性を有する。

【0079】好ましい実施例において、相関プロセッサ 534 は、PRBS のシフトされた複数のバージョンを選択するとともに、選択したバージョンの極性を反転させることによって、ここで記載されている実施例の相関シーケンスを形成するようにしてもよい。相関データシーケンスを形成するために PRBS の選択されたバージョンの極性を反転させることによって、相関を求める際に、不要な PRBS の干渉を減少し、所望の PRBS を得ることができる。例えば、相関シーケンスの交番 PRBS は、交番 PRBS の極性を反転したバージョンと結合することができる。

【0080】所望の PRBS を形成する PRBS の極性は、極性を反転する結果として、知られていないので、再生データを正しく解釈するためには、対応する調整はデコーダにおいて行わなければならない。これは、画像から回復された埋め込みデータは、「0」が「1」、「1」が「0」と反転されているからである。なお、好ましい実施例において、所定の極性の少なくとも 1 つのシンボルは、画像に埋め込むことができる。これは、回復されたビットの値を調整するために用いることができる。これは、相関器 330 において、又はエラー訂正デコーダの後段で行うようにしてもよい。回復されたビットの訂正をエラー訂正復号後に行うことは、エラー訂正符号を所定の極性シンボルの保護に用いることができるという利点がある。このように、エラー訂正復号の後、に、所定の極性シンボルの値は、決定され、デコーダが

知っている値と比較される。そして、適切な訂正を施すことができる。

【0081】他の具体例

相関シーケンスが形成される複数の PRBS バージョンのうちのどの PRBS バージョンを、埋め込みデータを回復するために用いなければならないかを特定するための更なる改良を、上述の実施例に加えることができる。このために、データシーケンスプロセッサ 534 は、相関プロセッサ 553 の制御の下で、PRBS の各バージョンを 2 つ以上のグループに分割し、グループのそれぞれの PRBS バージョンを結合することによって、2 つ以上の相関シーケンスを形成する。そして、相関シーケンスは、それぞれウェーブレット係数と相関される。相関閾値を超える相関出力信号を生成する相関シーケンスが特定される。したがって、特定された相関シーケンスは、所望の PRBS を含み、所望の PRBS は、変調データを形成するために用いられたバージョンに正しく一致するものである。この所望の PRBS は、次の相関を実行することによって、データを回復するために続いて用いることができる。特定された相関シーケンスは、複数の PRBS バージョンからなり、そして、複数の PRBS バージョンはグループに分割され、グループの PRBS バージョンから、更なる相関シーケンスが形成される。この処理は、相関シーケンスのどれが所望の PRBS を含むかが特定されるまで繰り返される。更なる分割の後、所望の PRBS を正確に特定することができる。付随して、特定された PRBS は、PRBS のどのシフトされたバージョンか、又はウォータマーク付き画像内に存在するどの異なる PRBS かを示す。したがって、特定された PRBS は、不必要な PRBS によって生じる干渉がなく、次の相関のために用いることができる。

【0082】更なる実施例として、一緒に加えられた数をサブバンド内のウェーブレット係数の可能なシフトの数と一致するために、更なる相関シーケンスを、各擬似ランダムビットシーケンス P1、P2、P3、P4 のシフトされたバージョンを結合することによって、形成される。このように、この更なる実施例では、PRBS が PRBS の組を形成しているか分からず、サブバンド内のウェーブレット係数が、処理の結果シフトされているときにでも、埋め込みデータを回復する柔軟性を提供する。

【0083】汎用マテリアル識別子

ここで、図 21A、21B を参照して、UMID の構造を簡単に説明する。UMID は、SMPTE ジャーナル 2000 年 3 月に記載されている。図 21A 図に拡張 UMID を示し、拡張 UMID は、図 21B に示す基本 UMID からなる 32 バイトの第 1 セットと、シグネチャメタデータからなる 32 バイトの第 2 セットを有している。すなわち、拡張 UMID の 32 ビットの第 1 セットは基本 UMID である。構成要素は以下のようになって

10

20

30

40

50

いる。

【0084】・この第1セットをSMPT E UMIDとして識別するための12バイトのユニバーサルラベル。これは、UMIDが識別するマテリアルのタイプを定めるとともに、グローバル的にユニークなマテリアル番号とローカル的にユニークなインスタンス番号を作成する方法も定める。

【0085】・UMIDの残りの長さを定める1バイトの長さ値。

【0086】・同じマテリアル番号を持つ異なるマテリアルインスタンスを区別するのに用いられる3バイトのインスタンス番号。

【0087】・各クリップを識別するのに用いられる16バイトのマテリアル番号。各マテリアル番号は同じマテリアルの関連するインスタンスについては同じである。

【0088】1セットのバックされたメタデータアイテムとしての、シグネチャメタデータからなる32バイトの第2セットは、拡張UMIDを作成するのに用いられる。拡張UMIDは、基本UMIDのすぐ後にシグネチャメタデータがくるものであり、シグネチャメタデータは以下の成分からなる。

【0089】・コンテンツユニット作成の日時を識別する8バイトの日時コード。

【0090】・コンテンツユニット作成時の空間座標を定める12バイトの値。

【0091】・国、団体、ユーザの各コードを登録する4バイトのコードが3グループ。

【0092】UMID構造の詳細な説明は、係属中の英国特許出願番号0008432、7に記載されている。

【0093】本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施例を様々に変更することができる。この実施例において、埋め込むデータは、変換領域において、画像に加えられるにもかかわらず、別の実施例では、データは変換領域で表され、空間領域に逆変換され、変換領域においてデータに加えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ウォーターマーキングシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示すウォーターマーク埋込み器の構成を示すブロック図である。

【図3】ウェーブレット変換領域のフォームを示す図である。

【図4】ウェーブレット変換を形成するために用いられる反復的なフィルタリングを説明するための図である。

【図5】図2に示すウォーターマーク埋込み器内の結合器の構成を示すブロック図である。

【図6】図5に示す結合器によってデータが加えられる変換領域画像を示す図である。

【図7】従来のデータが加えられる変換領域画像を示す図である。

【図8】本発明に基づいてデータが加えられる変換領域画像を示す図である。

【図9】図1に示すウォーターマークデコーダの構成を示すブロック図である。

【図10】図9に示すウォーターマークデコーダ内の相関器の構成を示すブロック図である。

【図11】図9の相関器により埋め込まれたデータが回復される変換領域画像を示す図である。

【図12】画像のシフトがある場合に、データを検出及び回復する図10の相関器内の制御プロセッサ及び相関プロセッサの動作を説明するための図である。

【図13】相関の開始位置に関する相関出力信号を示すグラフである。

【図14】図10に示す相関器内の相関プロセッサにより実行される相関の動作を説明するための図である。

【図15】図10の相関器によって用いられる相関データシーケンスの配列を示す図である。

【図16】本発明を適用した他の相関器の構成を示すブロック図である。

【図17】埋め込まれたデータを検出及び回復する変換領域画像を示す図である。

【図18】図15の相関データシーケンス及び図17の変換領域データの相関を実行する図16のデータプロセッサの動作を説明するための図である。

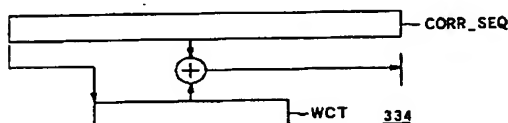
【図19】図16の相関器によって用いられる更なる相関データシーケンスの配置を示す図である。

【図20】図19の相関データシーケンス及び図17の変換領域データのクロス相関を実行している図16に示されるデータプロセッサの動作を例示している概略図である。

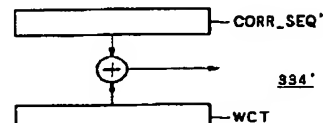
【図21A】基本及び拡張UMIDの構造を示す図である。

【図21B】基本及び拡張UMIDの構造を示す図である。

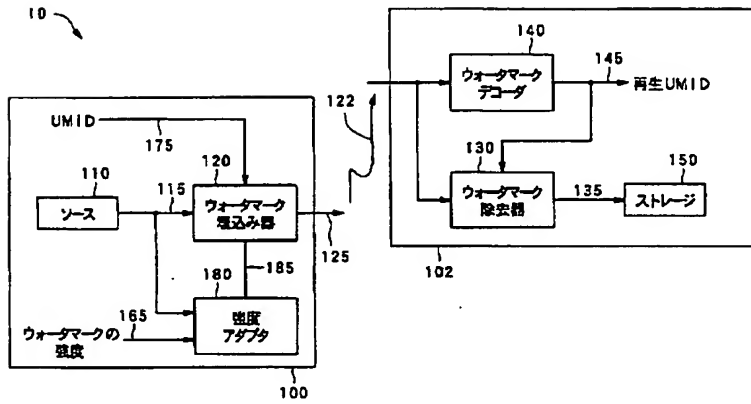
【図18】



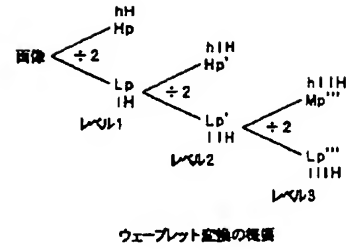
【図20】



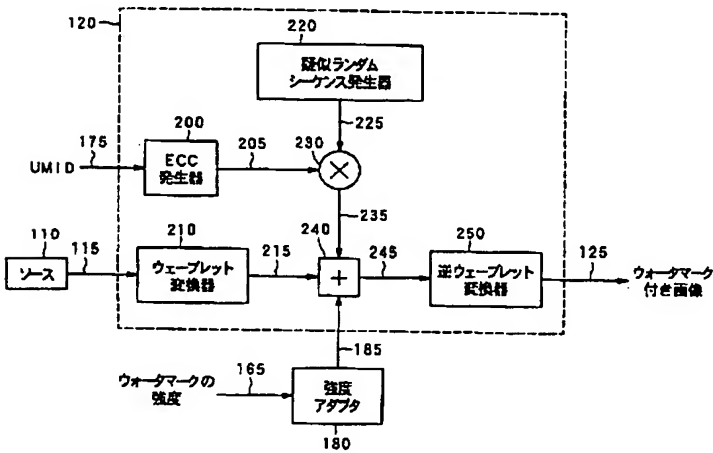
【図 1】



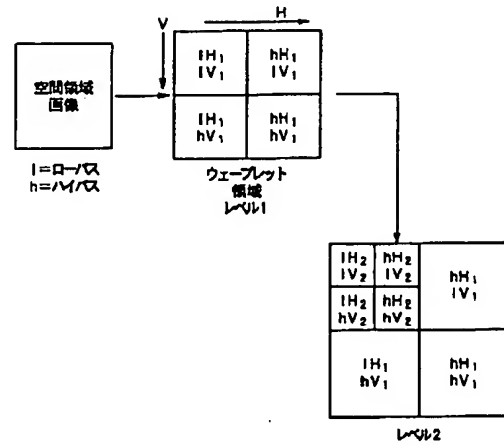
【図 3】



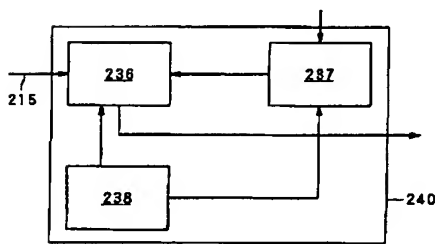
【図 2】



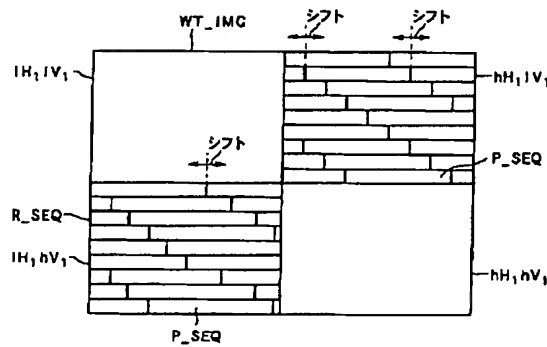
【図 4】



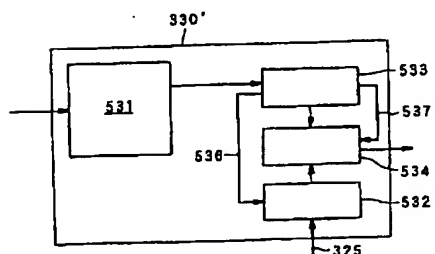
【図 5】



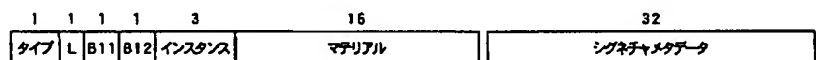
【図 6】



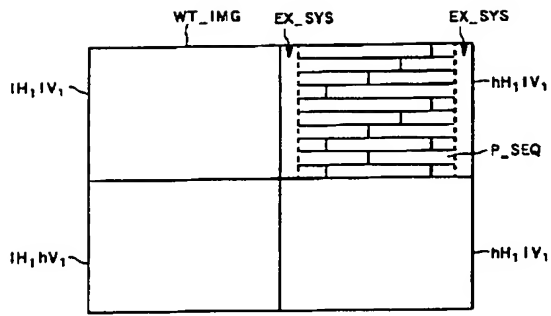
【図 16】



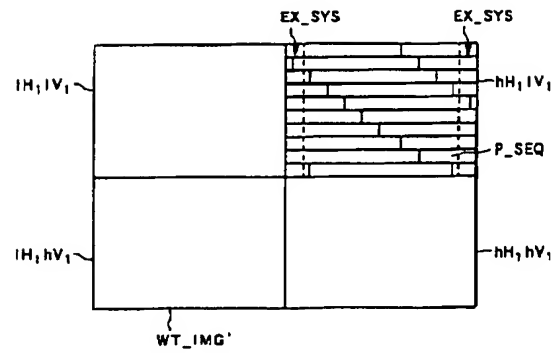
【図 21A】



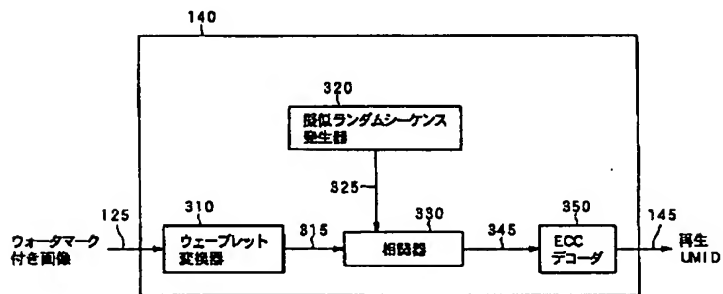
【図 7】



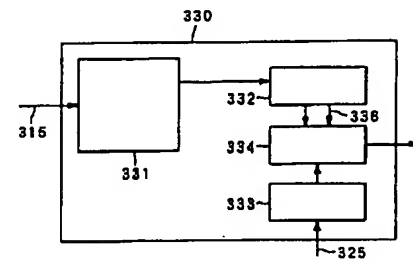
【図 8】



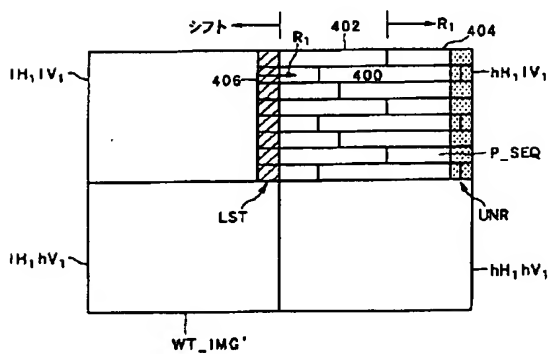
【図 9】



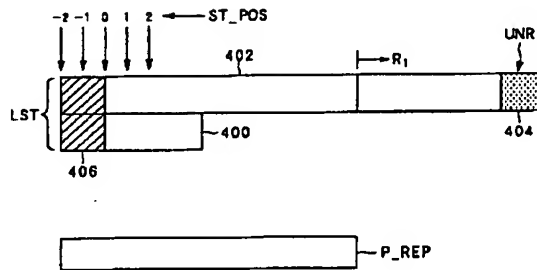
【図 10】



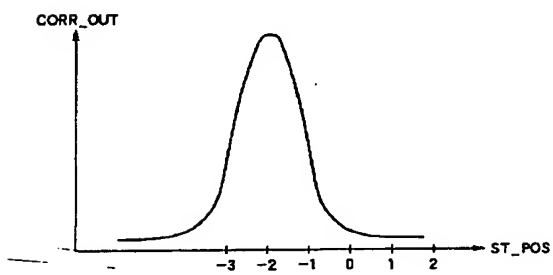
【図 11】



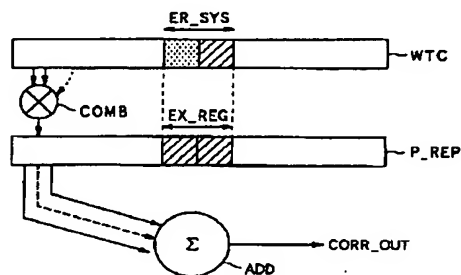
【図 12】



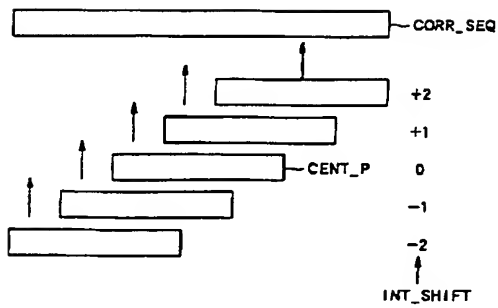
【図 13】



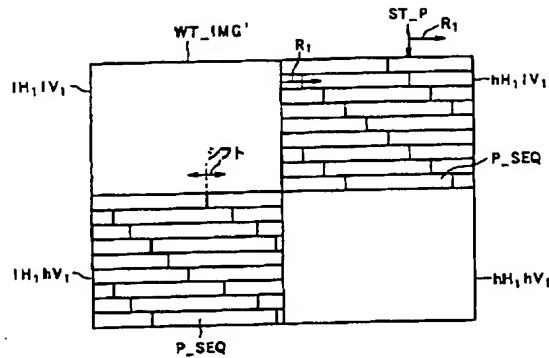
【図 14】



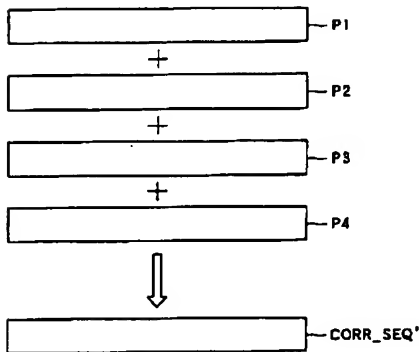
【図 15】



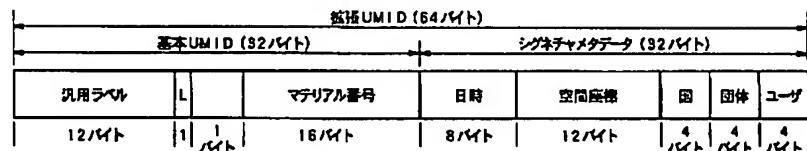
【図 17】



【図 19】



【図 21 B】



基本及び拡張UMIDの構造

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H04N 7/24

識別記号

F I

テーマコード (参考)

(72) 発明者 ベリー ジェイソン チャールズ
イギリス国 ケーティー13 0 エックスダ
ブリュー サリー ウェイブリッジ ブル
ックランズ ザ ハイツ (番地なし) ソ
ニー ユナイテッド キングダム リミテ
ッド内

(72) 発明者 キーティング ステファン マーク
イギリス国 ケーティー13 0 エックスダ
ブリュー サリー ウェイブリッジ ブル
ックランズ ザ ハイツ (番地なし) ソ
ニー ユナイテッド キングダム リミテ
ッド内

(72) 発明者 タブソン ダニエル ウォレン
イギリス国 ケーティー13 0 エックスダ
ブリュー サリー ウェイブリッジ ブル
ックランズ ザ ハイツ (番地なし) ソ
ニー ユナイテッド キングダム リミテ
ッド内

F ターム (参考) 5B057 CB19 CE08 CE09 CG01 CG07

DA07

5C053 FA14 GA11 GB11 GB22 JA05
JA215C059 KK43 MA23 MA24 PP01 PP04
RC32 RC35 SS11 SS30 UA02
UA055C063 AB03 AB07 AC01 AC05 CA11
CA12 CA20 CA23 DA07 DA13
DB09

5C076 AA14 BA06